

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP05/006097

International filing date: 30 March 2005 (30.03.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP
Number: 2004-105919
Filing date: 31 March 2004 (31.03.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 20 May 2005 (20.05.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2 0 0 4 年 3 月 3 1 日

出 願 番 号
Application Number: 特 願 2 0 0 4 - 1 0 5 9 1 9

パリ条約による外国への出願
に用いる優先権の主張の基礎
となる出願の国コードと出願
番号
J P 2 0 0 4 - 1 0 5 9 1 9
The country code and number
of your priority application,
to be used for filing abroad
under the Paris Convention, is

出 願 人
Applicant(s): 株式会社アイ・ピー・ピー

2 0 0 5 年 4 月 2 7 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川



【書類名】	特許願
【整理番号】	P04032
【提出日】	平成16年 3月31日
【あて先】	特許庁長官 今井 康夫 殿
【国際特許分類】	F03D 11/00 F03D 3/06
【発明者】	
【住所又は居所】	千葉県千葉市美浜区真砂4-1-2-11
【氏名】	横井 正
【特許出願人】	
【識別番号】	502037638
【氏名又は名称】	株式会社アイ・ピー・ビー
【代理人】	
【識別番号】	100081271
【弁理士】	
【氏名又は名称】	吉田 芳春
【手数料の表示】	
【予納台帳番号】	006987
【納付金額】	21,000円
【提出物件の目録】	
【物件名】	特許請求の範囲 1
【物件名】	明細書 1
【物件名】	図面 1
【物件名】	要約書 1

【書類名】 特許請求の範囲

【請求項 1】

垂直軸風車の回転体に風力が作用する風圧中心位置を跨いだ位置に、前記回転体を軸支するラジアル軸受を備えたことを特徴とする片持式垂直軸風車。

【請求項 2】

風力により回転トルクを発生する垂直軸風車の外輪側回転体と、
ラジアル軸受を介して垂直軸風車の回転体を支持する片持式の内輪側固定軸と、
前記垂直軸風車の外輪側回転体に風力が作用する風圧中心位置を跨いだ位置に存在して、
前記外輪側回転体と前記内輪側固定軸とを軸支するラジアル軸受と、
を備えたことを特徴とする片持式垂直軸風車。

【請求項 3】

風力により回転トルクを発生する垂直軸風車の外輪側回転体と、
ラジアル軸受を介して垂直軸風車の回転体を支持する片持式の内輪側固定軸と、
前記垂直軸風車の外輪側回転体に風力が作用する風圧中心位置を跨いだ位置に存在して、
前記外輪側回転体と前記内輪側固定軸とを軸支するラジアル軸受と、
前記片持式の内輪側固定軸の開放端側に設けた発電機と、
を備えたことを特徴とする片持式垂直軸風車。

【請求項 4】

風力により回転トルクを発生する垂直軸風車の外輪側回転体と、
ラジアル軸受を介して垂直軸風車の回転体を支持する片持式の内輪側固定軸と、
前記垂直軸風車の外輪側回転体に風力が作用する風圧中心位置を跨いだ位置に存在して、
前記外輪側回転体と前記内輪側固定軸とを軸支するラジアル軸受と、
前記片持式の内輪側固定軸の開放端側に設けた発電機と、
前記外輪側回転体の回転トルクを前記発電機に伝達する磁気式カップリングと、
を備えたことを特徴とする片持式垂直軸風車。

【書類名】 明細書

【発明の名称】 片持式垂直軸風車

【技術分野】

【0001】

本発明は、垂直軸風車の回転支持構造並びに回転トルクの伝達構造に関する。

【背景技術】

【0002】

垂直軸風車は、水平軸プロペラ型風車およびダリウス型風車と同じく原理的にはエネルギー効率の優れた揚力形で作動する風車であり、その形状的な違いによって定格出力百ワットから数十kW程度の小型風力発電装置に適した長所をいくつか有する。その揚力形風車の一形態である垂直軸風車におけるロータの支持構造として、設置に好都合な片持構造が存在する。

【0003】

従来、垂直軸回転型のサボニウス型風車においてその上端および下端の回転面上でかつ、同風車の受風面に沿って回転軸を通る支持ルームとサボニウス翼と十分離れた位置にその支持フレームによって上下を支持された揚力利用の翼とで構成され、回転軸には発電機設置したことを特徴とする風車が知られている（例えば、特許文献1参照。）。

【0004】

また従来、発電機に連結連動される回転軸に取付けられた直線翼型風車と、この回転軸に回転自在に取付けられて小さい風力で駆動トルクを発生する起動用風車と、起動用風車と直線翼型風車との間に介在されて起動用風車の回転を一方向にのみ直線翼型風車に伝達する連結手段とを具備し、この連結手段により、低速回転時に起動風車の駆動トルクを直線翼型風車に伝達し、直線翼型風車の回転速度が起動用風車を越えた時に直線翼型風車を起動用風車から切り離すように構成したことを特徴とする小型風力発電装置が知られている（例えば、特許文献2参照。）。

【特許文献1】 特開平11-294313号公報 （第1-2ページ、第1図）

【特許文献2】 特開平11-201020号公報 （第1-3ページ、第2図）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献1に記載のハイブリッド風車発電方式では、比較的低い高さのサボニウス型風車を中心に、その上端および下端の回転面上に、回転軸を通り受風面に沿って左右対称に伸びた二本の支持フレームを設置し、2本の支持フレームの両端にプロペラ型の揚力利用の翼を回転軸と並行に垂直に設置し、翼は回転円の外側に曲面、内側に平面が向くように配置している。

【0006】

特許文献1の図2に示されるように、支持フレーム2は回転軸4に取り付けられている。支持架台6の上部には、回転軸4を回動可能に軸支するための発電機及び軸受装置5を設けてある。風車の回転軸は軸受の内輪側であるので、風車が風を受ける力点の位置と、軸受が存在する支点の位置とが離れているために、風車が受ける風や翼の揚力差によって風車の回転軸が大きく撓み、風車が振れ回るという不具合を生じていた。

【0007】

この回転軸が撓む方向は、風車の回転にともなって変化するので、1次のモードでは少なくとも1回転に1回の振動を繰り返している。揚力形の風車の回転体は、風速の数倍から10倍程度の先端速度で回転する。この振動数は、風車の大きさや振動モードによっても異なるが、1次のモードだけに注目してみても0~20Hzの範囲となるので、構造物の固有振動数と共振する可能性が高い。風車が共振した場合には、強烈な振動や騒音の原因となるだけでなく、風車の構造物自体や回転軸、又は軸受等が繰り返し荷重によって破損する可能性があるなど、耐久性に悪影響を及ぼすこととなる。

【0008】

また、回転体が比較的高速で回る際に、風力や回転体のアンバランスにより回転軸に撓みが発生すると、その撓んだ半径（偏心量）と角速度の二乗に比例した遠心力が回転体に加わるので、更に回転体の撓みが増大してアンバランスが増幅されるという不具合を生じていた。

【0009】

特許文献2に記載の小型風力発電装置は、たとえば民家の屋根やマンションの屋上等に設置可能な簡易型の発電装置である。特許文献2の図1に示すように小型風力発電装置は、屋根に固定されたルーフ架台10にベヤリング10aを介して同軸状の2重の回転軸3A、3Bが回転自在に立設され、ステア4にステアベヤリングに4aを介して支持されている。

【0010】

特許文献2に記載の風車も回転軸は軸受の内輪であるとともに、風車が風を受ける力点の位置と、軸受が存在する支点の位置とが離れているために、風車が受ける風や翼の揚力差、遠心力によって風車の回転軸が大きく撓むという不具合を生じていた。

【0011】

特許文献2に記載の小型風力発電装置で回転軸の振れ回りを減少させようとする、回転軸をかなり太くする設計を行なう必要があり、更に下部にある2つの軸受の距離を遠く離す必要があるため、軸の重量増大と軸長方向のスペースの増大により設置上不利となる。

また特許文献2に記載の小型風力発電装置では、回転軸下部のルーフ架台の部分に、発電機と専用設計の動力伝達機構とを搭載しなければならず、動力伝達機構のメンテナンスや信頼性、ギャによる騒音および設置スペースの点で不利であるという不具合を生じていた。

【0012】

このように、従来の垂直軸風車に見られる内輪側の軸回転方式では、支持アーム下側の軸受部分の軸長を長くする必要があり、発電機の設置スペースも必要であった。したがって、垂直軸風車の高さが高くなり、風車全体の曲げモーメント増大も大きな障害になっていた。それゆえ、既設の柱に追設する場合にも全高が大幅に高くなるので、柱の頭頂部に風車を追加設置することは難しく、柱の横に装置全体を抱かせる形で設置していた。この設置方法は、環境美観上劣ったものになりがちであった。

上述のように、経年変化の問題を含めて小型風力発電装置の寿命を考慮すると、従来の構造では根本的な改善が難しいという不具合を生じていた。

【0013】

そこで本発明は上記従来の状況に鑑み、回転軸に生ずる繰返し荷重を減らすことが可能な片持式垂直軸風車を提供することを目的としている。また本発明は、安定して運転し得る高度の振動安定性を有し、且つ大きな騒音を発生するなど付随問題の少ない小型の片持式垂直軸風車を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0014】

上記課題を解決するために本発明に係る片持式垂直軸風車は、垂直軸風車の回転体に風力が作用する風圧中心位置を跨いだ位置に回転体を軸支するラジアル軸受を備えたことを特徴とする。

【0015】

また、上記課題を解決するために本発明に係る片持式垂直軸風車は、風力により回転トルクを発生する垂直軸風車の外輪側回転体と、ラジアル軸受を介して垂直軸風車の回転体を支持する片持式の内輪側固定軸と、垂直軸風車の外輪側回転体に風力が作用する風圧中心位置を跨いだ位置に存在して外輪側回転体と内輪側固定軸とを軸支するラジアル軸受とを備えたことを特徴とする。

【0016】

また、上記課題を解決するために本発明に係る片持式垂直軸風車は、風力により回転ト

ルクを発生する垂直軸風車の外輪側回転体と、ラジアル軸受を介して垂直軸風車の回転体を支持する片持式の内輪側固定軸と、垂直軸風車の外輪側回転体に風力が作用する風圧中心位置、又は風圧中心位置を跨いだ位置に存在して外輪側回転体と内輪側固定軸とを軸支するラジアル軸受と、片持式の内輪側固定軸の開放端側に設けた発電機とを備えたことを特徴とする。

【００１７】

また、上記課題を解決するために本発明に係る片持式垂直軸風車は、外輪側回転体の回転トルクを発電機に伝達する磁気式のカップリングを備えたことを特徴とする。

【発明の効果】

【００１８】

本発明に係る片持式垂直軸風車は、垂直軸風車の回転体に風力が作用する風圧中心位置を跨いだ位置に外輪側回転体を軸支するラジアル軸受を備えたので、垂直軸風車自体の全高を低く保つことが可能となるとともに、回転軸に生ずる繰返し荷重が減少し、振動安定性が良好となる。また、風とロータアンバランス荷重を受け止める重要部品である固定軸に作用する荷重は、風向とほぼ反対側の一方向の荷重になるので、振動の発生を大幅に減少させることが可能となる。

【００１９】

また、本発明に係る片持式垂直軸風車は、風力により回転トルクを発生する外輪側回転体と、ラジアル軸受を介して垂直軸風車の回転体を支持する片持式の内輪側固定軸と、垂直軸風車の外輪側回転体に風力が作用する風圧中心位置を跨いだ位置に存在して外輪側回転体と内輪側固定軸とを軸支するラジアル軸受とを備えたので、内輪側の軸を固定軸とすることが可能となり、この内輪側固定軸を撓みの少ない断面係数の大きな太い寸法に設定することが容易に可能となるので、強度上でも振動の安定性の上でもさらなる良好な構造となる。また、これにより内輪側固定軸を中空構造とすることが可能となるので、発電機に接続する電力線や各種の制御線を内輪側固定軸の内部に配線することが可能となる。

【００２０】

また、外輪側回転体のスリーブは、風圧中心位置を跨いだ２つのラジアル軸受で支えられるために軸の歪みが極めて小さくなり、固有振動数も高くなり、振れ回りなどによる大振動を起こす可能性が少なくなるため、回転機構全体の共振や騒音の発生を大幅に減少させることが可能となる。

【００２１】

また、本発明に係る片持式垂直軸風車は、片持式の内輪側固定軸の開放端側に発電機を備えたので、風車回転軸下方に伝達効率の低下や騒音の発生源となり易いギヤとピニオンから成る歯車伝達機構を用いる必要がなくなる。また、前記のラジアル軸受配置により垂直軸風車の全高を低くすることが可能となる。

【００２２】

また本発明に係る片持式垂直軸風車は、外輪側回転体の回転トルクを発電機に伝達するカップリングに磁気式のカップリングを備えたので、カップリングの入出力両軸間の芯ずれの許容度を他の形式に較べて特に大きくすることが可能となり、伝達キャップや増速機又は発電機軸受に対して芯ずれによる反力から生まれる負荷が過大にかかることなく、ほぼ完全に回転のトルクのみを伝達することが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００２３】

以下、本発明に係る垂直軸風車の構造について説明する。

図１は、垂直軸風車の外観斜視図である。

図２は、垂直軸風車の断面図である。

図１及び図２に示すように垂直軸風車１０には、電柱その他のポール８に装着する装着部１２と、装着部１２と固定されラジアル軸受を介して垂直軸風車１０の外輪側回転体１７を支持する片持式の内輪側固定軸１４と、片持式の内輪側固定軸１４の開放端側に設けた発電機１６と、風力により回転トルクを発生する外輪側回転体１７とを設けてある。

【0024】

外輪側回転体17には、風速を揚力に変換して回転トルクを生じるブレード18と、ブレード18を上下で支える流線形断面の支持アーム20と、支持アーム20を取り付ける外輪スリーブ22と、外輪スリーブ22の回転トルクを発電機16に伝達するトルク伝達キャップ24とを設けてある。

同図に示す「G」は、外輪側回転体17が風を受けた時に加わる力の平均位置（風圧中心と呼ぶ。）を示す。

【0025】

本発明によれば、内輪側固定軸14は回転しないので、慣性モーメントなどを気にせずに内輪側固定軸14を撓みの少ない断面係数の大きな太い寸法に設計することが容易に可能である。これにより内輪側固定軸14を中空構造とすることが可能（図2参照）となるので、発電機16に接続する電力線や各種の制御線を内輪側固定軸14の内部に配線することが可能となる。

【0026】

また、外輪側回転体17の外輪スリーブ22は、風圧中心位置を跨いだ2箇所の軸受（例えば軸受30a、30b、30c）でラジアル方向の力を支えられるために外輪スリーブ22の歪みが極めて小さくなり、固有振動数も高く、振れ回りなどによる大振動を起こす可能性が減少する。

【0027】

図1及び図2に示す例では、発電機16の入力軸に増速機26を取り付けてあり、外輪側回転体17の回転による発電電圧を高くするように調節している。伝達キャップ24と増速機26の間には、外輪側回転体17の回転トルクを増速機26を介して発電機16に伝達する機能を有するとともに、両軸間のずれや傾き、距離の変動を吸収するフレキシブル型のカップリング28を設けてある。カップリング28は、ゴム、バネ等の弾性体やオルダム式、回し金式を用いた接触式のカップリングを用いてもよいし、磁力を用いた磁気式カップリング等の非接触式のカップリングを用いてもよい。

【0028】

従来の垂直軸風車では、発電機を風車ロータの下方に設置し、歯車伝達機構を介して風車ロータの回転トルクを伝達している例が多い。本発明のように、回転体を外輪側にする構造では、片持構造の内輪側固定軸14を外輪側回転体17の上部まで貫通させることが可能なので、内輪側固定軸14の先端に発電機16とユニット型の増速機26とを無理なく配置する設計を行なうことが可能となる。また、発電機16や増速機26、カップリング28を覆うカバーは、回転トルクを伝達する伝達キャップ24がそのカバーの機能を併せて受け持つことが可能となる。

なお、発電機を軸受の下方に設置しようとする場合には、外輪側回転体にギヤを取付けるとともに発電機側にピニオンギヤを取付け、更にこれらの伝達機構を覆うカバー類や防水構造を設ける必要がある。前記ギヤとピニオンから成る歯車伝達機構は、伝達効率の低下や騒音の発生源となる可能性が高い構造である。

【0029】

また、特に磁気式カップリングを用いることによって、カップリング用のディスクがカップリング機構本体と直接接触することなく空隙を保ちながら磁力によって回転運動を増速機26側へ伝達するので、カップリングの入出力両軸間の芯ずれの許容度が大きく、伝達キャップ24や増速機又は発電機軸受に対して芯ずれによる反力から生まれる負荷が過大にかかることなく、ほぼ完全に回転のトルクのみを伝達することが可能となる。外輪側回転体17に発生するトルク以外の力とモーメントは、全て軸受30a、30b、30cによって支持される。

【0030】

内輪側固定軸14と外輪スリーブ22との間には、軸受30a、30b、30cを設け、内輪側固定軸14は外輪スリーブ22を回動可能に支持している。外輪スリーブ22は、外輪側回転体17全体の重量とダイナミックな力およびモーメントの全てを受けながら

、内輪側固定軸 14 の外周を回転する。

【0031】

図1及び図2に示す例では、軸受30a、30bをラジアル荷重とスラスト荷重の両方の荷重を支えることが可能なアンギュラ軸受を背面合わせで使用しているが、本発明はこの組合せに限定されるものではなく、円錐ころ軸受を用いても良いし、ラジアル軸受及びスラスト軸受を独立して設けるようにしてもよい。また図2に示す例では、軸受30cにラジアル荷重を支えることが可能な玉軸受を使用しているが、本発明は玉軸受に限定するものではない。また図1に示す例では、軸受30aの上方にダストシール36を設け、軸受30aに対する塵埃の混入や水分の混入を防止している。

【0032】

図1及び図2に示すように本発明では、垂直軸風車10の外輪側回転体17（回転体）に風力が作用する風圧中心位置Gを跨いだ位置に、ラジアル軸受としての機能を有する外輪側回転体17の軸受30a、30b、30cを設けている。この構造を採用することによって、風力が作用することによる外輪側回転体17の撓みと、その撓みによる振れ回りを大幅に減少させることが可能となり、安定な外輪側回転体17の支持系を実現することができる。したがって、外輪側回転体17の振動や、回転機構全体の共振や騒音の発生を大幅に減少させることが可能となる。

【0033】

上記軸受30a、30b及び軸受30cの間隔は、好ましくは互いに少なくとも軸受内径の5倍以上距離を十分に離して配置するとよい。また、垂直軸風車10の外輪側回転体17（回転体）に風力が作用する風圧中心位置Gにラジアル軸受を設けることによって、同様の作用、効果を得ることも可能である。

【0034】

図3に、回転軸に作用する風力についての試算結果を記載する。

例えば、2枚翼風車のブレードの翼弦長が0.2m、ブレードのスパンが1.8mの場合であって、回転するブレードにある一方向から風速 $V=12\text{m/s}$ の風を受けた場合（ブレードの翼面方向の抵抗係数 $CD=2$ とした場合）には、1枚のブレードは1回転する間に1度、約65Nの抗力を受け、更に180度回転したときに反対方向の力は-65Nの抗力を受ける。2枚目のブレードも単純化して言えば同様の抗力を受けるので、2枚のブレード合計では片側方向に合計約130Nの荷重を受けていることになる。風車が一回転すると、軸回転型の風車の回転軸にはその+130Nと-130Nの大きな繰返し変動荷重が作用し、この荷重の変動が回転軸70の振れ回りの原因となる。

【産業上の利用可能性】

【0035】

本発明によれば、垂直軸風車の回転体に風力が作用する風圧中心位置を跨いだ位置に、外側回転体を支えるラジアル軸受けを備えたので、全高の低い片持式垂直軸風車を提供することが可能となり、更に回転機構全体の共振や騒音の発生を大幅に減少させることにより振動安定性が良くなり、騒音が少ない耐久性のある風力発電機を人々の生活圏に近い場所に設置することが可能となる。

【0036】

また本発明に係る片持式垂直軸風車のように、固定軸をラジアル軸受の内輪側とすることによって、固定軸に作用する荷重がほぼ一方向の荷重になるので振動の発生が減少し、静かで小型の風力発電機を提供することが可能となる。

【0037】

また本発明に係る片持式垂直軸風車では、片持式の内輪側固定軸の開放端側に発電機を備えたので、伝達効率が高く騒音の少ない小型の風力発電機を提供することが可能となる。

【0038】

また本発明に係る片持式垂直軸風車は、外輪側回転体の回転トルクを発電機に伝達するカップリングに磁気式のカップリングを備えたので、内輪側固定軸上に搭載した発電機、

増速機の軸受負担をなくしメンテナンスの不要な風力発電機を提供することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 3 9 】

【図 1】 垂直軸風車の外観斜視図である。

【図 2】 垂直軸風車の断面図である。

【図 3】 回転軸に作用する風力についての試算結果を記載した図である。

【符号の説明】

【 0 0 4 0 】

8 … ボール

1 0 … 垂直軸風車

1 2 … 装着部

1 4 … 内輪側固定軸

1 6 … 発電機

1 7 … 外輪側回転体

1 8 … ブレード

2 0 … 支持アーム

2 2 … 外輪スリーブ

2 4 … トルク伝達キャップ

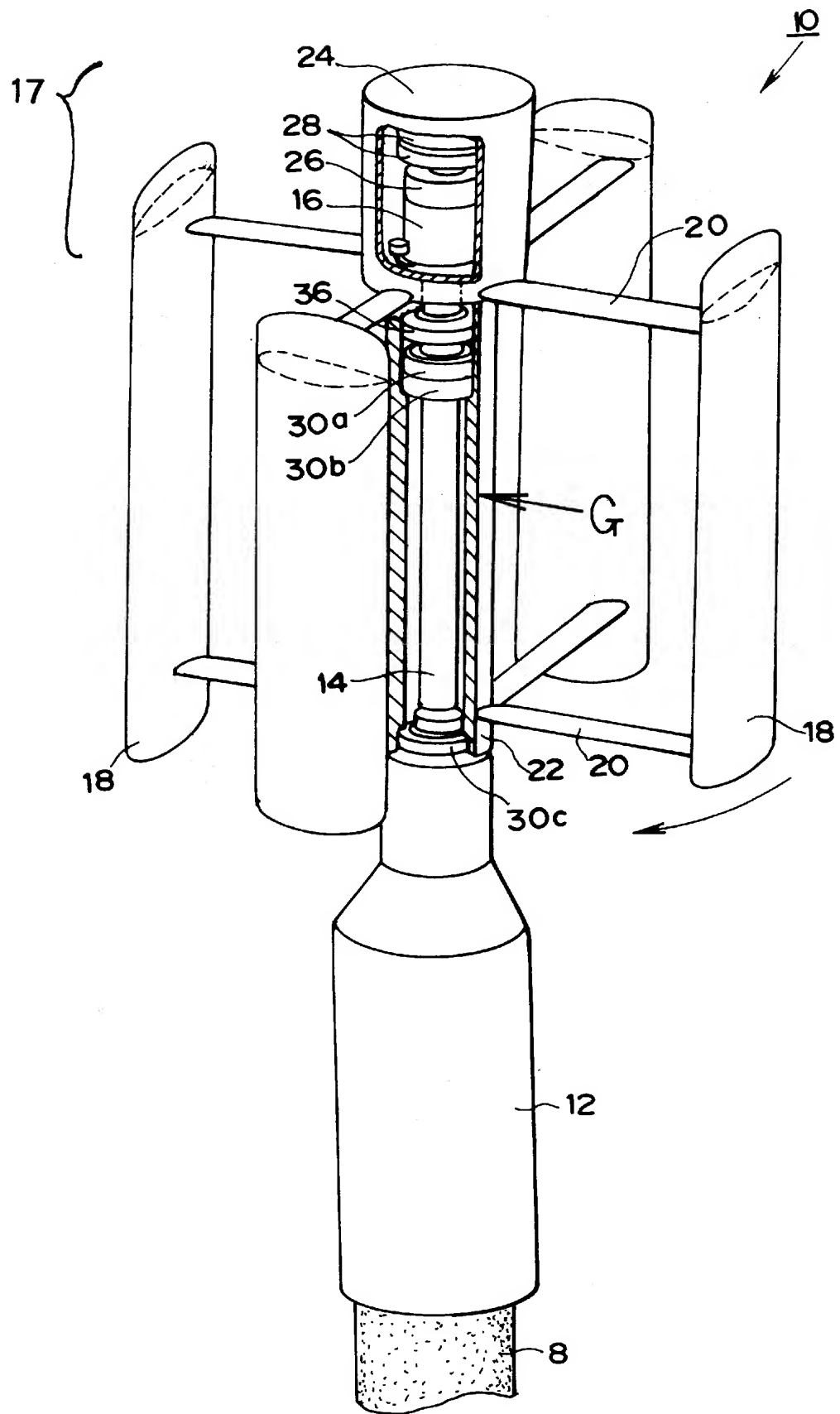
2 6 … 増速機

2 8 … カップリング

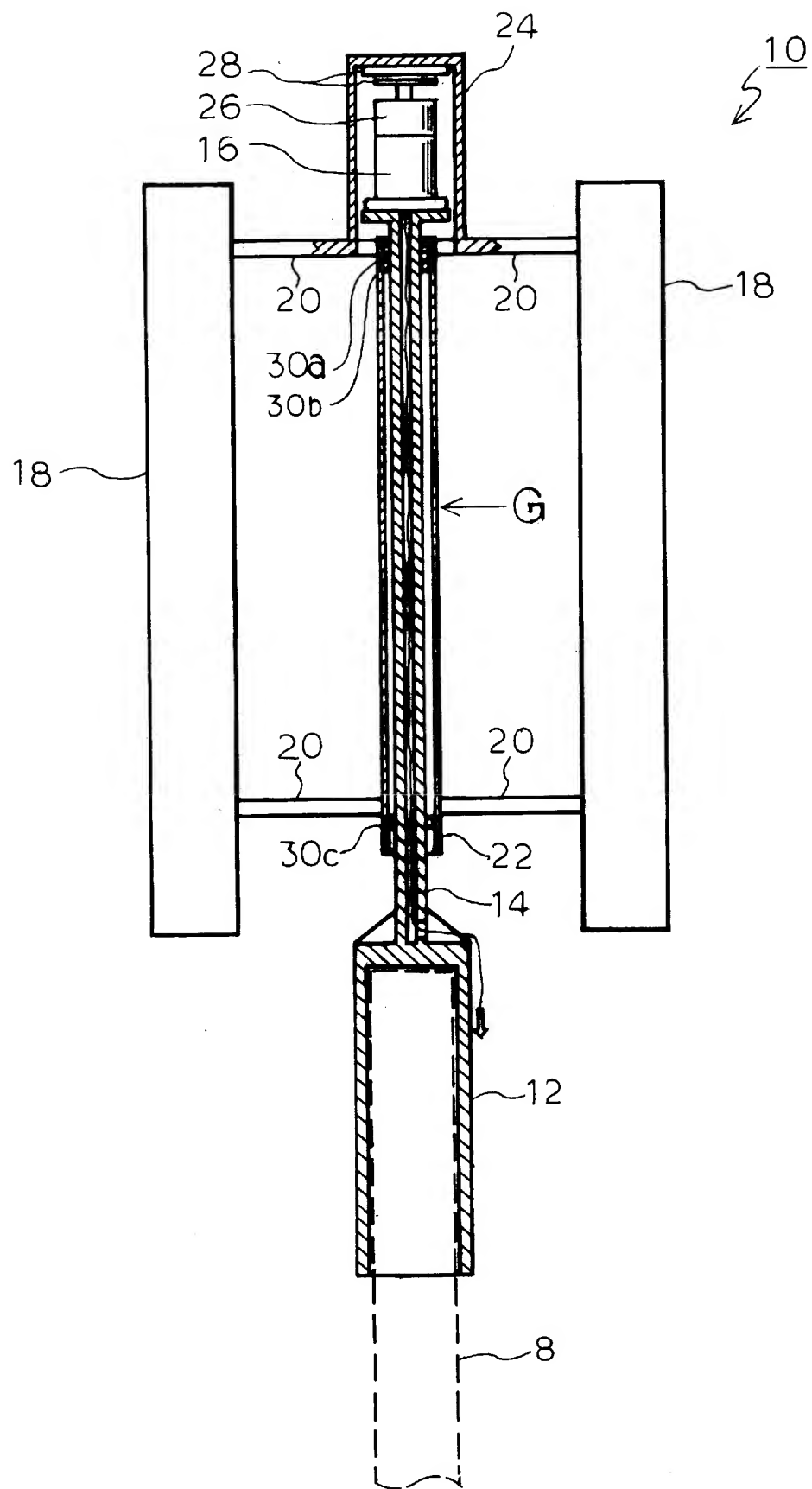
3 0 a、3 0 b、3 0 c … 軸受

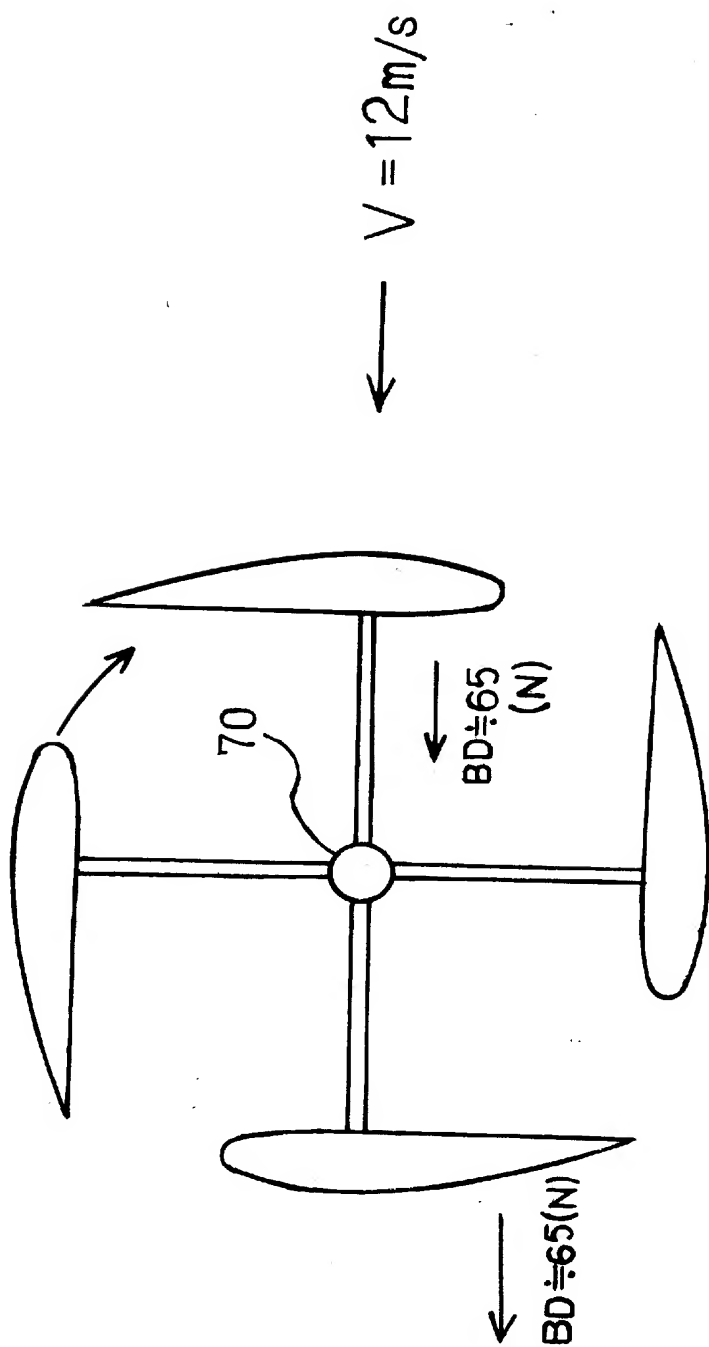
3 6 … ダストシール

7 0 … 回転軸



【図 2】





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 回転軸に生ずる繰返し荷重が少なく、高度の振動安定性と低騒音性を有する小型の片持式垂直軸風車を提供することを目的とする。

【解決手段】 風力により回転トルクを発生する垂直軸風車 10 の外輪側回転体 17 と、ラジアル方向の力を軸支する軸受 30 a、30 b、30 c を介して垂直軸風車 10 の外輪側回転体 17 を支持する片持式の内輪側固定軸 14 と、垂直軸風車 10 の外輪側回転体 17 に風力が作用する風圧中心位置を跨いだ位置に存在して、外輪側回転体 17 と内輪側固定軸 14 とを軸支するラジアル軸受 30 a、30 b、30 c とを備えた。

【選択図】 図 2

出願人履歴

5 0 2 0 3 7 6 3 8

20021128

住所変更

東京都港区虎ノ門一丁目21番19号

株式会社アイ・ピー・ビー